



RIETI Discussion Paper Series 21-J-013

## IT化と生産性、国内外の企業内資源配分

金 榮懋  
専修大学

乾 友彦  
学習院大学



Research Institute of Economy, Trade & Industry, IAA

独立行政法人経済産業研究所

<https://www.rieti.go.jp/jp/>

## IT化と生産性、国内外の企業内資源配分\*

金 榮愨（専修大学）

乾 友彦（学習院大学）

## 要旨

2020年からの新型コロナウイルスの世界的な感染拡大により、テレワークをはじめとして企業のデジタルトランスフォーメーション（DX）の進展が喫緊の課題となっている。DXを推進するためには、その基盤となるITシステムの基盤を整備する必要がある。IT化の進展が企業の生産性の改善に貢献することは多くの先行研究で確認されているが、この生産性の改善は新製品の開発、企業内資源配分の改善等によってもたらされるものと考えられている。

本研究ではIT化の進展と生産性の関係について、日本の企業、事業所のデータを使用して検証した。具体的には「経済産業省企業活動基本調査」、「工業統計調査」、「経済センサス-活動調査」、「海外事業活動基本調査」を企業レベルで接続して、企業内におけるIT化の進展と国内外における生産、調達の間接関係を検証した。分析の結果、企業のIT化の進展と、生産性体制の国際化（海外関係会社への輸出額及び海外関係会社からの輸入額、海外事業所の設立、海外における研究開発の実施）にプラスの関係があることが示された。またIT化が進んでいる企業においては、国内の生産性の高い事業所の生産が拡大し、逆に生産性の低い事業所の生産が縮小することを示唆する結果が得られた。以上の推計結果から、IT化の進展している企業は国内外の生産体制を再編成することを企業全体の生産性を向上させているものと推察される結果が得られた。

キーワード：IT化、生産性、オフショアリング、資源配分

JEL classification: L25, O33, F2

RIETI ディスカッション・ペーパーは、専門論文の形式でまとめられた研究成果を公開し、活発な議論を喚起することを目的としています。論文に述べられている見解は執筆者個人の責任で発表するものであり、所属する組織及び（独）経済産業研究所としての見解を示すものではありません。

\* 本稿は、独立行政法人経済産業研究所（RIETI）におけるプロジェクト「東アジア産業生産性」の成果の一部である。本稿の分析に当たっては、経済産業省（METI）と総務省（MIC）の「企業活動基本調査」、「工業統計調査」、「経済センサス-活動調査」、「海外事業活動基本調査」の調査票情報を利用した。また、本稿の原案に対して、深尾京司特任教授（一橋大学）、矢野誠理事長（RIETI）、森川正之所長（RIETI）ならびに経済産業研究所ディスカッション・ペーパー検討会の方々から多くの有益なコメントを頂いた。また、乾は JSPS 科研費 19H01486 の助成を、金は平成 31 年専修大学研究助成「サプライチェーンと経済のダイナミクスに関する実証研究」を受けた。ここに記して、感謝の意を表したい。

## 1. はじめに

2020年からの新型コロナウイルスの世界的な拡大に伴い、テレワークをはじめとして企業のデジタルトランスフォーメーション（DX）の進展が喫緊の課題となっている。DXの進展を図るためには、ITシステムの整備（IT化）が必要となるが、ICT化の進展が企業の生産性を改善に貢献することは多くの先行研究で確認されている。Draca, Sadun, and van Reenen (2007)がIT化と生産性に関する産業レベル、企業レベルの実証分析のサーベイを行っており、計測上の様々な問題点を指摘しながらも少なくとも企業レベルの研究においてはIT化が全要素生産性の上昇率にプラスの影響を与えたとする結果が支持されるとしている。Cardona, Kretschmer, and Strobel (2013)は様々なデータ、実証分析の手法を使用した研究結果をサーベイして、多くの研究でIT化が生産性にプラスで重要な貢献していることを報告している。

一般にIT化はイノベーション、経営方法の効率化に寄与することを通じて、生産性の上昇に寄与するものと考えられるが、本研究ではIT化による経営方法の効率化が、海外事業所との分業の促進、国内事業所の生産体制の再編成に寄与しているかを検討した。IT化と海外事業の展開の関係に関する研究としてAbramovsky and Griffith (2006)がある。この研究ではIT集約度が高い企業ほど海外からの調達が進んでいることを2001年と2002年のイギリスの企業レベルのデータを使用した実証分析により確かめている。

本研究においては、「工業統計調査」による事業所レベルの調査票情報を「経済産業省企業活動基本調査」（以下「企業活動基本調査」）の企業レベルの調査票情報とマッチングし、さらに「企業活動基本調査」の調査票情報を、日本企業の海外事業活動を詳細に調査している「海外事業活動基本調査」の調査票情報にマッチングすることにより、事業所－企業－海外事業といった企業活動全体を視野に入れた分析が可能となるデータベースを作成した。当該データベースを使用してIT化の進展が全要素生産性(TFP)に与える影響を分析した。その結果、IT化の進展が進んでいる企業において、TFP上昇率が高いことが確認された。次にIT化の進展と海外生産拠点との分業の関係を調べるため、IT化が関係会社との内部取引<sup>1</sup>を促進するか検証したところ、IT化と企業内国際取引の間にはプラスで有意な関係があることが判明した。またIT化の進展している企業において、海外事業所の設立、雇用の増加や、海外において研究開発支出が増加している。次にIT化の進展と国内事業所の生産性、雇業者数、閉鎖、事業転換の関係を検証したところ、IT化の進んでいる企業は、生産性の高い事業所の国内雇業者数を増加させる一方、生産性の低い国内雇業者数を減少、工場を閉鎖させていることを示唆する結果が得られた。

本論文の構成は以下の通りである。2節では日本の企業、事業所の生産性ダイナミクスのマクロ的な状況を確認する。3節では使用したデータ、IT化と生産性の関係、IT化と企業活動の国際化の関係、国際化と国内事業所の雇用の関係を検証する。4節は結論及び今後の

---

<sup>1</sup> 具体的には、関係会社への輸出、関係会社から受取金額（モノ以外のサービスに関する国際取引）、関係会社からの輸入、関係会社への支払金額（モノ以外のサービスに関する国際取引）などである。

課題について議論する。

## 2. 日本の企業、事業所の生産性ダイナミクス

本節では、「企業活動基本調査」及び「工業統計調査」の調査データを用いて、日本経済の生産性ダイナミクスを分析する。企業及び事業所レベルの生産性を求めるために、各企業、各事業所の産業分類を日本産業生産性データベース (Japan Industrial Productivity Database, JIP データベース) 2018 年版<sup>2</sup>の産業にあわせて、各産業の基準年の産業の代表的な企業に対する各企業、各事業所の相対的な TFP レベルを Good, Nadiri and Sickles (1997) に従いインデックス法によって求めた。具体的には、 $t$  時点 ( $t > 0$ ) における企業  $f$  の TFP 水準対数値、 $\ln TFP_{f,t}$ 、を初期時点 ( $t=0$ , 1994 年とした) における当該産業の代表的企業の TFP 水準対数値との比較の形で、次のように定義する。

$$\ln TFP_{f,t} = (\ln Q_{f,t} - \overline{\ln Q_{f,t}}) - \sum_i \frac{1}{2} (S_{f,i,t} + \overline{S_{i,t}}) (\ln X_{f,i,t} - \overline{\ln X_{i,t}}), \quad \text{for } t = 1994, \quad (1)$$

and

$$\begin{aligned} \ln TFP_{f,t} = & (\ln Q_{f,t} - \overline{\ln Q_t}) - \sum_i \frac{1}{2} (S_{f,i,t} + \overline{S_{i,t}}) (\ln X_{f,i,t} - \overline{\ln X_{i,t}}) \\ & + \sum_{s=1}^t (\overline{\ln Q_s} - \overline{\ln Q_{s-1}}) - \sum_{s=1}^t \sum_i \frac{1}{2} (\overline{S_{i,s}} + \overline{S_{i,s-1}}) (\overline{\ln X_{i,s}} - \overline{\ln X_{i,s-1}}), \quad \text{for } t \geq 1995. \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、 $Q_{f,t}$  は  $t$  期における企業 (事業所)  $f$  の産出額、 $S_{i,f,t}$  は企業 (事業所)  $f$  の生産要素  $i$  のコストシェア、 $X_{i,f,t}$  は企業 (事業所)  $f$  の生産要素  $i$  の投入量である。また、各変数の上の線はその変数の産業平均値を表す。生産要素として資本、労働、実質中間投入額を考える。労働時間は企業レベルのデータが存在しないため各産業の平均値の統計で代用している。

産業の平均的な産出額、中間投入額、生産要素のコストシェアを持つ企業 (事業所) を代表的企業 (事業所) として想定する。(2) 式の右辺の第一、第二項は  $t$  時点の企業 (事業所)  $f$  とその時点における代表的企業 (事業所) の間の、TFP 水準対数値の乖離を表す。第三、第四項は  $t$  時点における代表的企業 (事業所) と初期時点 (1994 年<sup>3</sup>) における代表的企業

<sup>2</sup> JIP2018 は 1995 年以降をカバーしているため、それ以前の年代をカバーする「工業統計表」の分析のために、JIP2015 と JIP2018 を接続してデフレーターなどを遡って延長した。

<sup>3</sup> 「企業活動基本調査」は 1992 年 (1991 年実績) から始まるが、2 回目が 3 年後の 1995 年 (1994 年実績) であるため、最初の時点として 1994 年としている。「工業統計表」はデータの初期時点である 1986 年を基準年とした。

(事業所) の間の TFP 水準対数値の乖離を表す。このように計測された TFP 指数は横断面の生産性分布のみではなく、代表的企業 (事業所) の TFP が時間の経過につれて変化することを考慮することにより、時間を通じた生産性分布の変化も同時に捉えることが可能となる。また、生産関数の推計による生産性計測と違って、企業 (事業所) 間の異なる要素投入や生産物市場の不完全競争を考慮することができる長所がある一方で、規模に対する収穫不変、生産要素市場の完全競争市場を仮定しなければならないという制約がある<sup>4</sup>。

このように求められた各企業レベル、各事業所レベルの TFP を産業レベルに集計する方法として Baily, Hulten and Campbell (1992)の方法を用いた。

$$\ln TFP_t = \sum_f \theta_{f,t} \ln TFP_{f,t} \quad (3)$$

ここで、 $\ln TFP_{f,t}$  は各企業の TFP 水準の対数値、ウェイトの  $\theta_{f,t}$  は企業 (事業所)  $f$  が属している産業における当該企業 (事業所) の名目売上高シェアである。

更に Forster, Haltiwanger and Krizan(2001)の分解方法 (以下では FHK 分解方法) を使用して TFP 上昇率を分解した。

$$\begin{aligned} \Delta \ln TFP_{t-\tau,t} &= \ln TFP_t - \ln TFP_{t-\tau} \\ &= \sum_{f \in S} \theta_{f,t-\tau} \Delta \ln TFP_{f,t} && : \text{Within effect} \\ &\quad + \sum_{f \in S} \Delta \theta_{f,t} (\ln TFP_{f,t} - \overline{\ln TFP_{f,t-\tau}}) && : \text{Between effect} \\ + \sum_{f \in S} \Delta \theta_{f,t} \Delta \ln TFP_{f,t} &&& : \text{Covariance effect} \\ &\quad + \sum_{f \in N} \theta_{f,t} (\ln TFP_{f,t} - \overline{\ln TFP_{f,t-\tau}}) && : \text{Entry effect} \\ &\quad + \sum_{f \in X} \theta_{f,t-\tau} (\overline{\ln TFP_{f,t-\tau}} - \ln TFP_{f,t-\tau}) && : \text{Exit effect} \end{aligned} \quad (4)$$

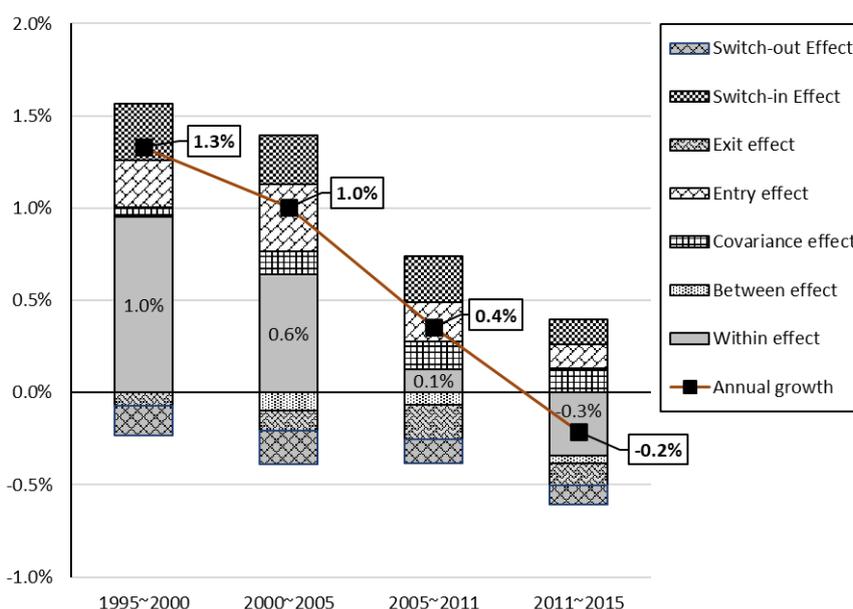
ただし、 $S$  は基準年から比較年にかけて存続した企業 (事業所) の集合、 $N$  と  $X$  はそれぞれ

---

<sup>4</sup> Kasahara, Nishida, and Suzuki (2017)は生産性動学分析を行う際に、生産関数の推計によって産業内の企業間生産技術の差がないと仮定すると、再配分効果が過大評価される問題を指摘している。

れ参入、退出した企業（事業所）の集合を表す。また、変数の上の線は産業内全企業の算出平均値、 $\Delta$ は  $t-\tau$  期から  $t$  期までの差分を表す。第一項の内部効果は各企業（事業所）内で達成された企業（事業所）の TFP 上昇による産業全体の TFP が上昇する効果を表す。第二項のシェア効果は基準時点において TFP が高い企業（事業所）がその後市場シェアを拡大させることと相対的に TFP の低い企業（事業所）が市場シェアを縮小させることによる TFP 上昇効果である。第三項の共分散効果は TFP を伸ばした企業（事業所）の市場シェアがより拡大することによる効果である。第二項と第三項の合計は存続企業間の資源再配分の効果を表す。参入効果と退出効果は、基準時点の産業平均より生産性の高い企業が参入したり、相対的に生産性の低い企業が退出したりすることによる TFP 上昇効果を表す。

図1 企業の TFP 上昇率の分解（全産業、1995年—2015年）



出典：「企業活動基本調査」により著者作成。

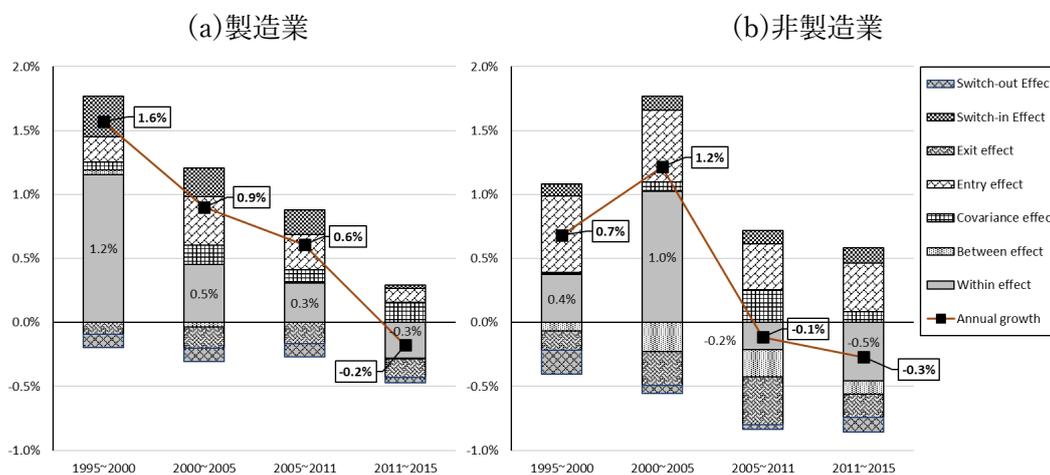
「企業活動基本調査」によってとらえられる日本企業の全産業ベースで TFP 上昇率を 1995 年から 2015 年の期間において分解したものが、図 1 である。1995 年—2000 年の期間において年率 1.3%であった TFP 上昇率は徐々に低下し、2011 年—2015 年の期間において -0.2%まで低下している<sup>5</sup>。TFP 上昇率の分解分析の結果によると、その主要な要因は、企業内部の生産性の上昇による貢献を表す内部効果の減少である。生産性上昇率の最も大きな部分であった内部効果は、1995 年—2000 年において年率 1%であったものが、2011 年—2015 年の期間において -0.3%に低下しており、これが TFP 上昇率の低下の主要因である。

この結果を製造業と非製造業に分けて分解したのが図 2 である。非製造業の TFP 上昇率

<sup>5</sup> 近年の分析期間の分け方を 2010 年ではなく 2011 年にしているのは、「工業統計表」による分析と整合的に解釈するためである。「工業統計表」の全数調査は 2011 年実績を対象に行われている。

は 2005－2011 年ですでにマイナスになっているが、1995 年以降 TFP 上昇率がプラスであった製造業も 2011－2015 年でマイナスとなっていることがわかる。また、製造業も非製造業も生産性成長率の低迷は内部効果の低迷によるものであることが確認できる。

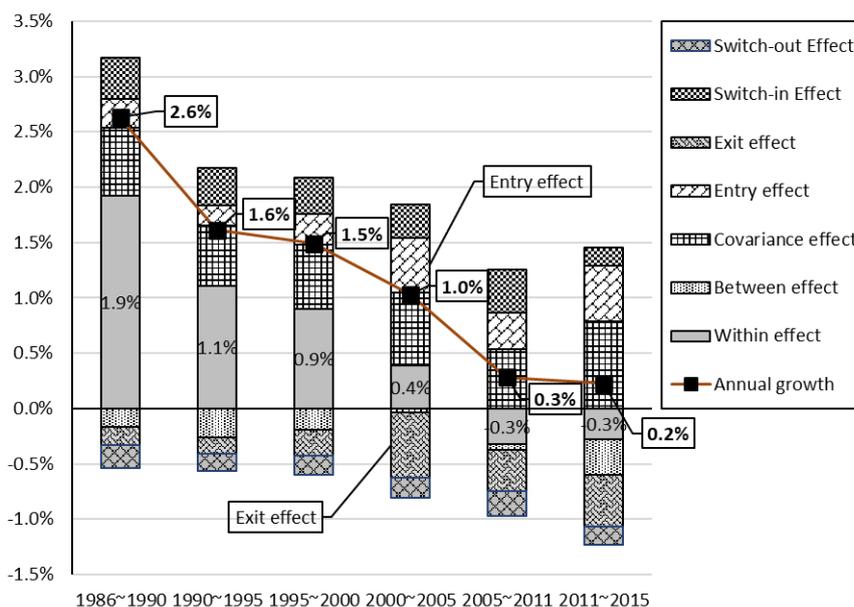
図 2 企業の TFP 上昇率の分解（製造業と非製造業、1995 年－2015 年）



出典：「企業活動基本調査」により著者作成。

近年の日本企業の内部効果はなぜ低下したか。この期間に企業の内部で行われているダイナミズムを見るためには、企業レベルだけではなく、事業所レベルのデータが有用であるが、パフォーマンスが図れる事業所データは工業統計調査データのように、製造業に限られる。そのため、次に工業統計調査の調査データを用いて日本の事業所の TFP 上昇率を分解したものが、図 3 である。

図3 事業所の TFP 上昇率の分解（事業所レベル、製造業）

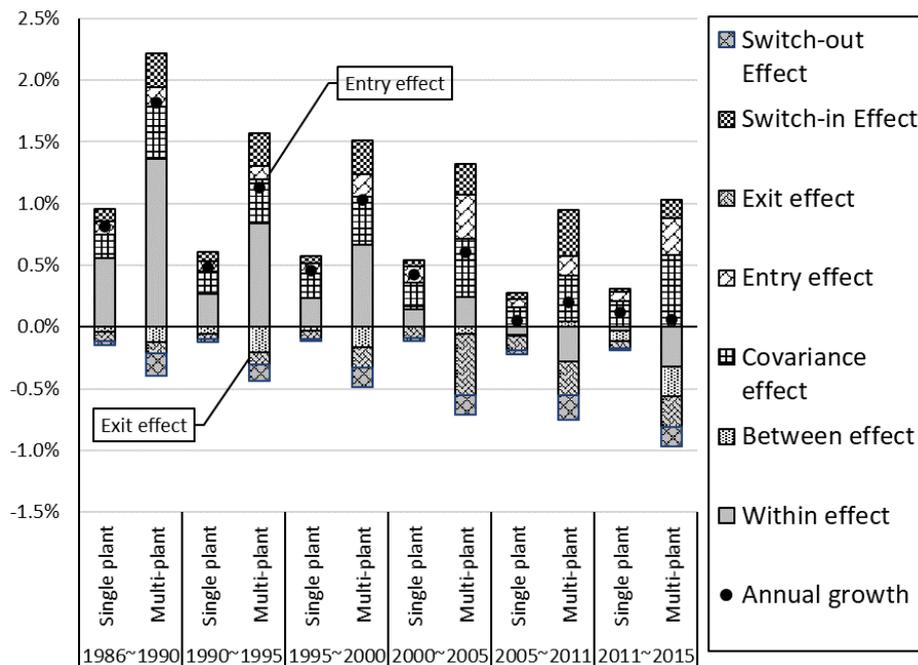


出典：「工業統計調査」により著者作成。

1990年まで高い成長率を示していたTFP上昇率が1990年代以降低迷していることが確認できる。また、企業ベースでの分析結果と同様、1995年—2000年の期間において年率1.5%であったTFP上昇率が、2011年—2015年の期間において0.2%まで低下している。分解分析の結果によると、事業所レベルでも低下の主要因は内部効果の低下及び大きな負の退出効果である。退出効果は分析期間において一貫してマイナスの効果を示している。一方、TFP上昇率にプラスに寄与しているのが共分散効果（生産性の伸びる事業所の産出が同時に増加することによる生産性の上昇）である。これはTFPの上昇率が高い事業所の生産を増加させることに起因している。これを図2の製造業の企業レベルの分析と比較すると、共分散効果が相対的に大きいことがわかる。これは、複数事業所を持つ企業の企業内事業所間での再配分の一部が企業レベルでは内部効果としてとらえられることによると思われる。

図4は、これを確認するために、単一事業所の企業（Single Plant）と複数事業所をもつ企業（Multi Plant）のTFP上昇率への貢献を分解したものである。図A1でもあるように、複数事業所の出荷額の比重は約7割なので、生産性成長率が類似しているなら、生産性成長の貢献も単一事業所の貢献の2倍ほどであると考えられる。分解分析の結果をみると、2011年以前はおおむね複数事業所を持つ企業のTFP上昇率の貢献が単独事業所企業の貢献の約2倍もしくはそれ以上を維持していたが、最近年の2011—2015年ではそれが大きく低下していること、2005—2011年、2011—2015年では複数事業所企業の内部効果が大きくマイナスとなっていることが主な原因であることが確認できる。一方、共分散効果、産業転換効果（switch-inとswitch-out効果、主産業を変えたことによる効果）が複数事業所企業の工場においてプラスに大きく貢献していることがわかる。

図4：単一事業所および複数事業所企業のTFP上昇への貢献（製造業）



出典：「工業統計調査」により著者作成。

以上のように、日本企業のTFP上昇の源泉が内部効果から生産要素の再配分に代わっている可能性がある。企業内で生産性伸び率の高い工場の生産を増加させ、生産性の低下する工場は縮小や退出させることが企業全体のTFP上昇率の低下の一定の歯止めになっているものと推測される。一方、生産性の高い工場の生産を増加させ、生産性の低い工場の生産を縮小させることによる生産性成長への貢献（シェア効果、Between effect）は多くの期間で負であり、特に近年は負の貢献が大きく、工場の生産性の“レベル”による資源の再配分はTFP上昇に貢献していない可能性がある。すなわち、企業は工場のTFPの“上昇率”に基づいたリストラクチャリングを通じて、生産性の改善を企図しているものと考えられる。

### 3. 分析

#### 3. 1. 情報化の進展の指標

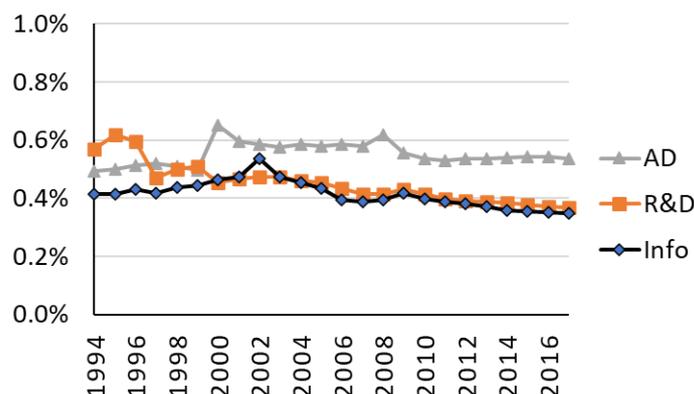
企業のIT化の進展を測る指標として、近年は企業のIT化はコンピュータ機器等のハードウェア投資からクラウドコンピューティング等のITサービスの利用を進んでいることから<sup>6</sup>、本研究では企業活動基本調査における調査項目の内、「情報処理・通信費<sup>7</sup>」を用いる。

<sup>6</sup> 金・乾（2020）において、日本の製造業においてITのサービス化が進んでいることを指摘している。ただ、ITのサービス化は平均的にすべての企業で行われているわけではなく、一部のITのサービス化に先進的な企業と、過去のITシステムにとどまっている企業とに分かれていると指摘している。

<sup>7</sup> 平成30年企業活動基本調査では、「情報処理・通信費」を以下のように記述している。  
・コンピュータによる情報処理やデータ通信等の専門部署における情報処理費用と電話、郵便

図5は「企業活動基本調査」における「情報処理・通信費」、「研究開発費」、「広告宣伝費」の対売上比率の平均の推移を示したものである。全体的に R&D とほぼ同額の支出があることがわかる。製造業と非製造業で分けても (Appendix 参照)、製造業では広告宣伝費とほぼ同額で、非製造業では研究開発費を大きく上回る規模で支出されていることがわかる。

図5 情報処理・通信費、研究開発費、広告宣伝費の対売上比率



(出典)「企業活動基本調査」によって著者作成。値は年別単純平均。Info は情報処理・通信費、R&D は研究開発費、AD は広告宣伝費を表す。

### 3. 2. IT 化と生産性

多数の先行研究は産業、企業レベルの両方で IT 化の進展が生産性上昇をもたらすことを確認している。ここでは、R&D の研究の良く用いられる Cobb-Douglas 型の knowledge capital model (Griliches, 1979)を考える。企業  $f$  は、 $t$  期にアウトプット  $Y_{ft}$  ( $y_{ft} = \ln(Y_{ft})$ 、小文字は対数、以下同様) を労働  $L$ 、資本  $K$ 、IT ストック  $I$ 、知識ストック  $R$  によって生産を行う。

$$y_{ft} = \beta_0 + \beta_l l_{ft} + \beta_k k_{ft} + \beta_i i_{ft} + \beta_r r_{ft} + \varepsilon_{ft} \quad (5)$$

標準的な仮定のもので資本と労働を考慮した生産性の成長率と以下の関係が成り立つ。

$$\Delta \ln TFP_{ft} = \alpha_0 + \rho_i \frac{\Delta I_{ft}}{Y_{ft}} + \rho_r \frac{\Delta R_{ft}}{Y_{ft}} + \varepsilon_{ft} \quad (6)$$

式 (6) を使用した推計の結果、表 1 にあるように、IT 化の進展と TFP 上昇率が正の関

---

等の通信費の合計金額

・コンピュータによる情報通信費には、導入諸掛り、リース・レンタル料、保守料、回線使用料、ソフトウェア委託料及び購買費、パンチ委託料、計算委託料、オンラインサービス料等を含みます。

係にあることがわかる。

表 1：企業の IT 化の進展と TFP 上昇率

|                                 | (1)              | (2)                 | (3)                    | (4)                    |
|---------------------------------|------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| Dep. Var.:                      | lnTFP            | lnTFP               | $\Delta \ln TFP$       | $\Delta \ln TFP$       |
| lnTFP(f, t-1)                   |                  |                     | -0.108***<br>[0.00744] | -0.108***<br>[0.00766] |
| Info.cost(f, t-1)/Sales(f, t-1) | 0.971<br>[0.692] | 0.935<br>[0.681]    | 0.282***<br>[0.0966]   | 0.271***<br>[0.102]    |
| R&D(f, t-1)/Sales(f, t-1)       |                  | 1.220***<br>[0.154] |                        | 0.167***<br>[0.0183]   |
| Observations                    | 467,240          | 449,389             | 426,990                | 410,908                |
| Adjusted R <sup>2</sup>         | 0.155            | 0.162               | 0.067                  | 0.067                  |

注：「企業活動基本調査」によって著者推計。産業ダミーと年ダミー変数が含まれる。括弧内は頑健標準偏差。\* p<0.10, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

### 3. 3. IT 化と国際化

表 2 は企業の海外生産活動と IT 化の関係を見たものである。(1) の推計は、t 年に海外子会社を持つ場合に 1 をとり、そうでなければ 0 をとるダミー変数を被説明変数としている。(2) の推計は、過去 2 年間海外子会社を持っていない場合に限りて当該年に海外子会社を持つ場合に 1 をとるダミー変数を被説明変数としている。(3) の推計は海外子会社の数の対数が被説明変数である。IT 化の進展の指標として企業の情報通信費 (1 期前の対数値) を使用した。全ての推計においてコントロール変数として企業の生産性 (1 期前の TFP の対数値)、雇用者数で測った企業の規模 (1 期前の雇用者数の対数値)、企業の製品差別化の程度を示す変数として研究開発支出 (1 期前の研究開発支出の対数) を使用している。すべての推計に関して、企業の IT 化の進展と、海外子会社の有無、雇用者数との間にプラスの関係があることが確認できる。IT 化の進展により、海外子会社を持つ確率、海外子会社を新たに設立する確率、海外子会社における従業者数が上昇する。

表 2：企業の IT 化と海外生産活動

|                          | (1)                   | (2)                    | (3)                    |
|--------------------------|-----------------------|------------------------|------------------------|
| Dep. Var.:               | 1 if FDI              | 1 if ent. FDI          | ln(#affil. Overseas)   |
| lnTFP(firm, t-1)         | 0.471*<br>[0.251]     | 0.272*<br>[0.148]      | 0.154*<br>[0.0891]     |
| ln(#employee)(t-1)       | 0.212***<br>[0.0269]  | 0.0947***<br>[0.0216]  | 0.129***<br>[0.0279]   |
| ln(Info.cost, firm, t-1) | 0.143***<br>[0.0214]  | 0.0416***<br>[0.0133]  | 0.0501***<br>[0.00650] |
| ln(R&D, firm, t-1)       | 0.145***<br>[0.00620] | 0.0666***<br>[0.00562] | 0.0931***<br>[0.00872] |
| Observations             | 487,065               | 396,509                | 487,144                |
| Adjusted R <sup>2</sup>  |                       |                        | 0.344                  |

注：「企業活動基本調査」と「海外事業活動基本調査」により著者推計。産業ダミーと年ダミー変数が含まれる。括弧内は頑健標準偏差。\* p<0.10, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

表3は、海外で研究開発（R&D）活動とITの進展との関係を検証している。（1）の推計は海外でR&D活動を行えば1をとり、そうでなければ0をとるダミー変数を被説明変数、（2）の推計は海外R&D支出の水準（対数値）を被説明変数としている。IT化の進展を示す変数、コントロール変数は、表2の推計と同じものを使用した。その結果、ITの進展は海外でのR&Dの実施とは関係がみられないが、R&Dの支出水準には有意の正の関係を持つことが確認できた。IT化の進展は、海外での研究開発支出を13.5%増加させる。

表3：企業のIT化の進展と海外R&D活動

|                          | (1)                   | (2)                   |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Dep. Var.:               | 1 if R&D<br>overseas  | ln(R&D<br>overseas)   |
| lnTFP(firm, t-1)         | -0.0437<br>[0.0767]   | 0.117<br>[0.0886]     |
| ln(#employee)(t-1)       | 0.121***<br>[0.0303]  | 0.249***<br>[0.0475]  |
| ln(lnfo.cost, firm, t-1) | 0.0184<br>[0.0156]    | 0.0819***<br>[0.0162] |
| ln(R&D, firm, t-1)       | 0.135***<br>[0.00735] | 0.135***<br>[0.00901] |
| Observations             | 47,373                | 50,215                |
| Adjusted R <sup>2</sup>  |                       | 0.236                 |

注：「企業活動基本調査」と「海外事業活動基本調査」により著者推計。産業ダミーと年ダミー変数が含まれる。括弧内は頑健標準偏差。\* p<0.10, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

表4は海外の関係会社への輸出と関係会社からの輸入でとらえた国際的分業と企業のIT化の進展の関係を見たものである。(1)の推計は、海外関係会社に輸出していれば1をとり、そうでなければ0をとるダミー変数、(2)の推計は海外関係会社への輸出額の対数値、(3)の推計は海外関係会社から輸入していれば1をとり、そうでなければ0をとるダミー変数、(4)の推計は海外関係会社からの輸入額の対数値である。IT化の進展を示す変数、コントロール変数は、表2、表3の推計と同じものを使用した。

表4：企業のIT化と国際分業

|                          | (1)                            | (2)                           | (3)                              | (4)                             |
|--------------------------|--------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|
| Dep. Var.:               | 1 if export to affil. Overseas | ln(export to affil. Overseas) | 1 if import from affil. Overseas | ln(import from affil. Overseas) |
| lnTFP(firm, t-1)         | 0.866***<br>[0.312]            | 1.599***<br>[0.487]           | 0.734***<br>[0.284]              | 1.497***<br>[0.447]             |
| ln(#employee)(firm, t-1) | 0.104***<br>[0.0300]           | 0.447***<br>[0.0802]          | 0.0501*<br>[0.0276]              | 0.257***<br>[0.0610]            |
| ln(lnfo.cost, firm, t-1) | 0.168***<br>[0.0134]           | 0.188***<br>[0.0285]          | 0.199***<br>[0.0184]             | 0.257***<br>[0.0284]            |
| ln(R&D, firm, t-1)       | 0.131***<br>[0.00726]          | 0.293***<br>[0.0356]          | 0.109***<br>[0.00864]            | 0.201***<br>[0.0255]            |
| Observations             | 134,317                        | 136,573                       | 128,842                          | 130,817                         |
| Adjusted R <sup>2</sup>  |                                | 0.549                         |                                  | 0.479                           |

注：「企業活動基本調査」と「海外事業活動基本調査」により著者推計。産業ダミーと年ダミー変数が含まれる。括弧内は頑健標準偏差。\* p<0.10, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

推計の結果、IT化の進展により、海外関係会社に輸出する確率、海外関係会社への輸出額、海外関係会社から輸入する確率、海外関係会社からの輸入額がそれぞれ有意に増加し、その係数の値も十分大きな値をとる。

ITと国際分業の関係はモノの生産分業のみならず、サービスの分業でも確認できる。表5の(1)の推計は、海外関係会社にサービスの輸出をしていれば1をとり、そうでなければ0をとるダミー変数、(2)の推計は海外関係会社へのサービスの輸出額の対数値、(3)の推計は海外関係会社からサービスの輸入をしていれば1をとり、そうでなければ0をとるダミー変数、(4)の推計は海外関係会社からのサービスの輸入金額の対数値である。IT化の進展を示す変数、コントロール変数は、表2、表3、表4の推計と同じものを使用した。その結果、情報化の進展は、海外関係会社にサービスの輸出する確率、海外関係会社へのサービスの輸出額、海外関係会社からサービスを輸入する確率、海外関係会社からの輸入額が有意に増加し、その係数の値も十分大きい<sup>8</sup>。

表5：企業のIT投資とサービスの国際分業

<sup>8</sup> 企業の国際分業には技術の移転などに対する技術使用料などが含まれ、国内親会社の経常利益などに貢献する可能性があり、サービスに対して関係会社からの受取にはこれらが含まれる可能性がある。海外生産活動が本社のパフォーマンスに与える影響に関しては追加的な分析が必要である。

|                          | (1)   | (2)   | (3)   | (4)   |
|--------------------------|---|---|---|---|
| Dep. Var.:               | 1 if export<br>to affil.<br>Overseas<br>(service) | ln(export to<br>affil.<br>Overseas,<br>service) | 1 if import<br>from affil.<br>Overseas<br>(service) | ln(import<br>from affil.<br>Overseas,<br>service) |
| lnTFP(firm, t-1)         | 0.742***<br>[0.111]                               | 0.166***<br>[0.0433]                            | 1.048***<br>[0.127]                                 | 0.244***<br>[0.0635]                              |
| ln(#employee)(firm, t-1) | 0.115***<br>[0.0199]                              | 0.0850***<br>[0.0286]                           | 0.0397<br>[0.0313]                                  | 0.0323**<br>[0.0127]                              |
| ln(lnfo.cost, firm, t-1) | 0.114***<br>[0.0195]                              | 0.0525***<br>[0.0112]                           | 0.125***<br>[0.0261]                                | 0.0428***<br>[0.00667]                            |
| ln(R&D, firm, t-1)       | 0.0928***<br>[0.0121]                             | 0.110***<br>[0.0211]                            | 0.0782***<br>[0.00808]                              | 0.0408***<br>[0.00697]                            |
| Observations             | 186,371   | 187,646   | 185,768   | 187,646   |
| Adjusted R <sup>2</sup>  |   | 0.139   |   | 0.054   |

注：「企業活動基本調査」により著者推計。産業ダミーと年ダミー変数が含まれる。括弧内は頑健標準偏差。\* p<0.10, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

### 3. 4. IT化と国内の事業所の生産性

以上のようにIT化の進展が海外との分業を促進することがわかったが、次に国内生産活動に与える影響を確認する。表6は、企業のIT化の進展と事業所の生産性の関係の推計結果である。(1)と(2)の推計は、被説明変数として事業所のTFPの対数、(3)、(4)の推計は、被説明変数として事業所のTFP上昇率を使用した。企業レベルでのIT化の進展の変数に加えて、(2)と(4)では企業レベルのR&D支出(1期前の企業レベルのR&D支出額の対数値)、(3)、(4)では1期前の事業所レベルのTFPの対数値をコントロール変数として加えている。推計の結果、全ての推計式において企業のIT化の進展は事業所のTFPのレベル、上昇率にプラスの関係にあることが判明した。

表 6：企業の IT 化の進展と事業所の生産性

|                          | (1)                    | (2)                     | (3)                      | (4)                      |
|--------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Dep. Var.:               | lnTFP                  | lnTFP                   | ΔlnTFP                   | ΔlnTFP                   |
| lnTFP(estb, t-1)         |                        |                         | -0.202***<br>[0.0124]    | -0.194***<br>[0.0130]    |
| ln(Info.cost, firm, t-1) | 0.0247***<br>[0.00146] | 0.0124***<br>[0.00225]  | 0.00528***<br>[0.000332] | 0.00260***<br>[0.000633] |
| ln(R&D, firm, t-1)       |                        | 0.00858***<br>[0.00205] |                          | 0.00170***<br>[0.000592] |
| Observations             | 259,548                | 161,393                 | 242,031                  | 151,431                  |
| Adjusted R <sup>2</sup>  | 0.153                  | 0.15                    | 0.072                    | 0.07                     |

注：「企業活動基本調査」と「工業統計調査」により著者推計。産業ダミーと年ダミー変数が含まれる。括弧内は頑健標準偏差。\* p<0.10, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

次に、企業レベルでの IT 化の進展は事業所のダイナミズムを高め生産性の向上に寄与するかどうかについて検証した。表 7 は、事業所の雇用変化、退出、産業のスイッチなどと企業の IT 化の進展との関係を推計した結果である。モデル（1）は事業所の従業者数の 1 年前から当該年への変化（対数階差）を被説明変数としている。説明変数としては、IT 化の進展の変数に加えて、1 期前の事業所の TFP の対数値、1 期前の企業の TFP の対数値、IT 化の進展の変数と 1 期前の事業所の TFP の対数値の交差項、企業と事業所の産業が同一であれば 1、そうでなければ 0 をとるダミー変数、1 期前の企業の研究開発支出をコントロール変数として加えている。IT 投資は雇用と負の関係があるも、その推計された係数は極めて小さい。また TFP の高い事業所、企業において雇用者が増加している。

モデル（2）では、当該年の 1 年後退出する場合を被説明変数としている。説明変数はモデル（2）と同じものを使用している。生産性の高い企業の事業所は退出しにくいことが確認される一方で、退出に事業所の生産性は有意な影響がないことがわかる<sup>9</sup>。また、企業の産業分類と同じ産業分類の事業所は閉鎖の確率が下がる。企業の IT 化の進展は退出確率を有意に高める方向に働く。これは IT 投資が活発な企業は企業内の資源配分を活発にするため、工場の閉鎖が行われやすいことを意味すると思われる。ただし、その推計された係数は極めて小さい。

モデル（3）は事業所の主産業<sup>10</sup>が変更となる場合に 1 をとり、そうでない場合に 0 とするダミー変数を被説明変数としている分析であり、事業所のプロダクトスイッチングが IT とどのような関係を持つかを検証する。説明変数はモデル（1）、（2）と同じものである。事業所の生産性が高い場合や、企業の主産業を担っている場合はプロダクトスイッチングが行われにくいことが確認される。このことは逆に事業所の生産性が低い場合、事業所の主要

<sup>9</sup> ただし、ここでの分析は、企業活動基本調査とマッチングされたサンプルのみを対象にしているため、全事業所を対象にしている分析とは必ずしも一致しない可能性がある。

<sup>10</sup> 事業所の産業分類は JIP2018 の産業分類に従っている。

な生産物を変えることで対応しているものと推察される。IT 化の進展はプロダクトスイッチングとマイナスの関係である。これは IT 化が製造業製品の新しい導入など、工場レベルでのプロダクトイノベーションより、従業者数の調整や閉鎖による海外との分業の進展のようなプロセスイノベーションに深くかかわっているものと推察される。

モデル (4) ~ (6) はモデル (1) ~ (3) に被説明変数に海外生産や海外 R&D 活動の影響を加えたものである。殆どの場合、海外生産活動に関する係数は有意でないが、海外 R&D は国内事業所の退出確率を低下させることが確認できる。企業の海外展開は国内の雇用や工場閉鎖にマイナスの影響を与えることは確認されない。これは、企業の海外活動が国内の生産活動と必ずしも代替的ではないことを確認した先行研究と概ね整合的である。

表 7：企業の IT 化の進展と事業所のダイナミズム

|   | (1)                         | (2)                      | (3)                                      | (4)                         | (5)                        | (6)                                      |
|---|-----------------------------|--------------------------|--|-----------------------------|----------------------------|--|
| Dep. Var.:  | $\Delta \ln$<br>(#employee) | 1 if exit at<br>t+1      | 1 if changing<br>industry<br>bt. t-1 & t | $\Delta \ln$<br>(#employee) | 1 if exit at<br>t+1        | 1 if changing<br>industry<br>bt. t-1 & t |
| $\ln TFP(\text{estb. } t-1)$                                      | 0.0144***<br>[0.00260]      | 0.00406<br>[0.00318]     | -0.0183**<br>[0.00765]                   | 0.0149***<br>[0.00289]      | 0.00241<br>[0.00329]       | -0.0180**<br>[0.00753]                   |
| $\ln TFP(\text{estb.}, t-1) * \ln(\text{Info. cost, firm, } t-1)$ | -0.000889<br>[0.000586]     | -0.00153*<br>[0.000832]  | 0.00144<br>[0.000946]                    | -0.000867<br>[0.000631]     | -0.00121<br>[0.000836]     | 0.00131<br>[0.000940]                    |
| $\ln(\text{Info. cost, firm, } t-1)$                              | -0.00174***<br>[0.000354]   | 0.00265***<br>[0.000432] | -0.00153**<br>[0.000718]                 | -0.00170***<br>[0.000381]   | 0.00305***<br>[0.000427]   | -0.00146**<br>[0.000702]                 |
| 1 if industry(estb, t-1)=industry(firm, t-1)                      | -0.00113<br>[0.00116]       | -0.00411***<br>[0.00102] | -0.0439***<br>[0.00846]                  | -0.00164<br>[0.00117]       | -0.00458***<br>[0.00116]   | -0.0431***<br>[0.00847]                  |
| $\ln TFP(\text{firm, } t-1)$                                      | 0.0284***<br>[0.00414]      | -0.0274***<br>[0.00434]  | -0.000516<br>[0.00874]                   | 0.0296***<br>[0.00437]      | -0.0259***<br>[0.00476]    | -0.00113<br>[0.00919]                    |
| $\ln(R\&D, \text{ firm, } t-1)$                                   | -0.000138<br>[0.000285]     | -0.000145<br>[0.000289]  | 0.000183<br>[0.000614]                   | -0.000195<br>[0.000301]     | 0.0000835<br>[0.000297]    | 0.000339<br>[0.000628]                   |
| $\ln(\#\text{affil. Overseas, firm, } t-1)$                       |                             |                          |  | 0.0000597<br>[0.000468]     | -0.000407<br>[0.000696]    | -0.000598<br>[0.000900]                  |
| $\ln(R\&D \text{ of } \#\text{affil. Overseas, firm, } t-1)$      |                             |                          |  | 0.0000457<br>[0.000257]     | -0.000915***<br>[0.000231] | 0.000362<br>[0.000431]                   |
| Observations  | 165,278                     | 169,048                  | 169,068                                  | 149,002                     | 152,193                    | 152,208                                  |
| Adjusted R <sup>2</sup>   | 0.022                       | 0.008                    | 0.025                                    | 0.02                        | 0.009                      | 0.025                                    |

注：「企業活動基本調査」と「工業統計調査」により著者推計。産業ダミーと年ダミー変数が含まれる。括弧内は頑健標準偏差。\* p<0.10, \*\* p<0.05, \*\*\* p<0.01

#### 4. まとめと今後の課題

本研究は、企業の IT 化の進展が企業の生産性と国内外の分業に与える効果を検証した。企業における IT 化の進展の度合いを測る指標として、近年企業における IT 化はハードウェア投資からクラウドコンピューティングの利用等ソフトウェアへの支出に移行していることから、情報通信費用を用いた。IT 化の進展は、イノベーション、経営の効率化を通じて生産性の改善に寄与するものと考えられており、本研究では IT 化が経営手法の工場が、国内外の生産体制に与える影響について考察した。様々な企業、事業所に関する統計調査を接合することによって、事業所-企業-海外事業といった企業活動全体を視野に入れた分

析が可能となるデータベースを作成した。このデータベースを使用して、IT化の進展が企業活動、内外の事業所の活動に与える影響を分析した。その結果、IT化の進展が進んでいる企業において、TFP上昇率が高いことが確認された。次にIT化の進展と海外生産拠点との分業の関係を調べるため、IT化が海外の関係会社との内部取引を促進するか検証したところ、いずれもプラスで有意な関係があることが判明した。これに伴いまたIT化の進展している企業において、海外事業所の設立、雇用者の増加や、海外において研究開発支出が増加している。すなわち、IT化の進展と海外関係会社の分業の進展に関係があることが判明した。IT化の進展と国内事業所の生産性、雇用者数、閉鎖、事業転換の関係を検証したところ、IT化が進んでいる企業は、生産性の高い事業所の国内雇用者数を増加させる一方、生産性の低い国内雇用者数を減少、工場を閉鎖させていることを示唆する結果が得られた。この結果は製造業全体でTFP成長率の高い事業所において生産を増加させることによって生産性の改善が達成されている事実と整合的である。

現在、政府は経済・社会のデジタル化の進展を重要な政策課題としているが、本研究が示唆するとおり、IT化の進展が企業の生産性を改善し、国内外の生産体制の再編成にプラスに貢献する可能性がある。ただし、中小企業については国内外の生産体制を再編成するのは困難であり、IT化の進展のメリットを享受することは難しいものと考えられる。そこでIT化の進展を促進する政策に加えて、事業の再編成、事業転換をバックアップする政策が別途必要となってくるものと考えられる。

今後の課題としては、本研究はIT化の進展と生産性の改善や、国際化、国内事業の生産体制との関係を検証したものであり、その因果関係を検証したものではないことから、因果関係を検証する必要がある。またIT化がどのように経営の効率化をもたらし、これが国内外の生産体制に与える影響について考察する必要がある。加えて、今回は検証しなかった企業のIT化の進展がイノベーション活動に与える影響を分析する必要がある。

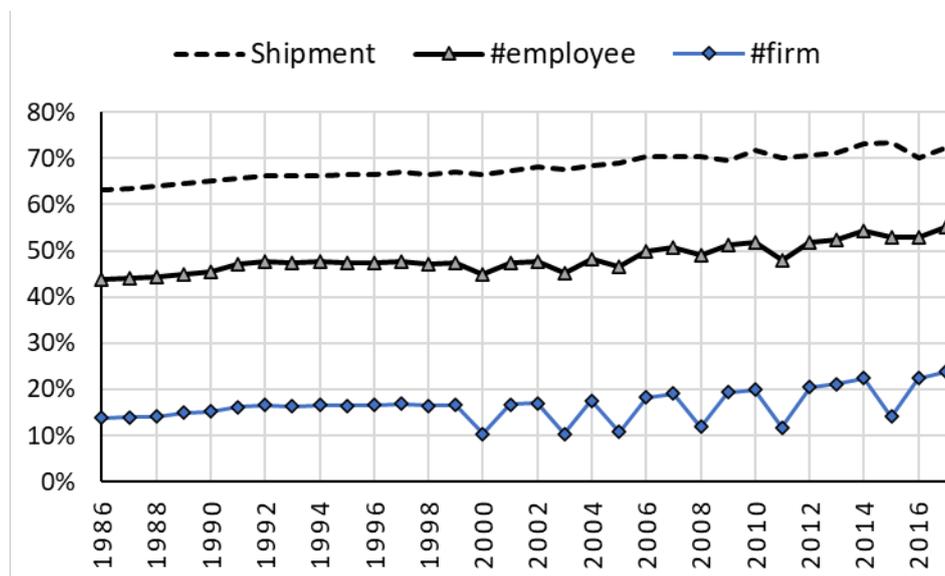
## 参考文献

- Abramovsky, L. and R. Griffith (2006) "Outsourcing and Offshoring of Business Services: How Important is ICT?" *Journal of European Economic Association*, Vol.4, Iss. 2-3, pp. 594-601.
- Baily, M.N., C. Hulten, and D. Campbell (1992) "Productivity Dynamics in Manufacturing Plants," *Brookings Papers on Economic Activity: Microeconomics*, 2, pp.187-267.
- Cardona, Kretschmer, and Strobel (2013) "ICT and Productivity: Conclusions from the Empirical Literature," *Information Economics and Policy*, 25(3), pp.109-125
- Draca, M., R. Sadun, and J. Van Reenen (2007), "Productivity and ICTs: A Review of The Evidence," Mansell, R., Avgerou, C., Quah, D., and Silverstone eds., *The Oxford Handbook of Information and Communication Technologies*, Oxford University Press, pp.196-219.
- Foster, L., J. Haltiwanger, and C.J. Krizan (2001) "Aggregate Productivity Growth: Lessons from Microeconomic Evidence," in C.R. Hulten, E.R. Dean, and M. J. Harper (eds.), *New Contributions to Productivity Analysis*, Chicago: The university of Chicago Press, pp.303-372.
- Good, D.H., M.I. Nadiri and R.C. Sickles (1997) "Index Number and Factor Demand Approaches to the Estimation of Productivity," in M.H. Pesaran and P. Schmidt (eds.), *Handbook of Applied Econometrics: Vol.2. Microeconomics*, Oxford, England: Basil Blackwell, pp.14-80.
- Griliches, Z. (1979), 'Issues in assessing the contribution of R&D to productivity growth', *Bell Journal of Economics* 10(1), 92-116.
- Kasahara, H., M. Nishida, and M. Suzuki (2017) "Decomposition of Aggregate Productivity Growth with Unobserved Heterogeneity," *RIETI Discussion Paper Series*, 17-E-083
- 金榮愨・乾友彦 (2020) 「IT サービス化は日本企業の生産性を高めるか：クラウドコンピューティング、CIO と日本企業のパフォーマンス」 *RIETI Discussion Paper Series*, 20-J-023

## Appendix

### A1. 複数事業所を持つ企業の全体に占める割合の推移（出荷額、雇用者数、企業数）

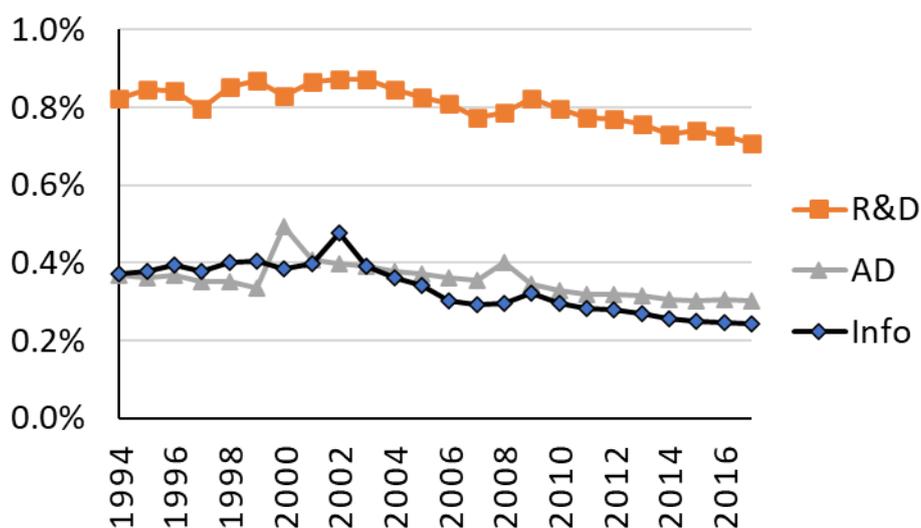
製造業における複数事業所を持つ企業数の全体に占める割合は年によって若干変動するが、複数事業所を持つ企業の出荷額や雇用者数の割合は安定して増加しており、近年は出荷額ベースで約7割を占めている。



(出所)「工業統計調査」「経済センサス-活動調査」(経済産業省、総務省)を使用して筆者作成

注：Shipment は出荷額を、#employee は従業者数合計を、#firm は企業数を意味する。

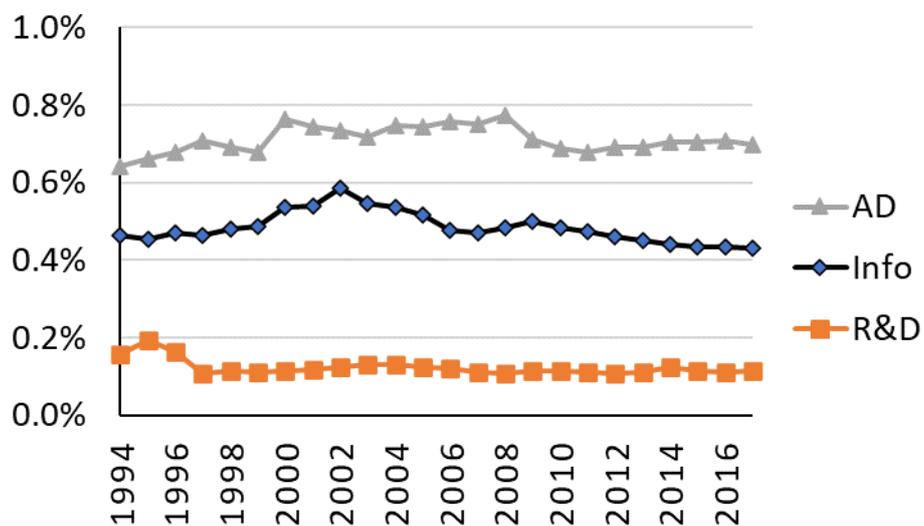
### A2. 情報処理・通信費、広告宣伝費、研究開発費の対売上比率の推移（製造業）



(出所)「企業活動基本調査」(経済産業省)より筆者作成

注：AD は広告宣伝費を、Info は情報処理・通信費を、R&D は研究開発費を意味する。各企業の比率の年別単純平均

A3. 情報処理・通信費、広告宣伝費、研究開発費の対売上比率の推移（非製造業）



（出所）「企業活動基本調査」（経済産業省）より著者作成

注：AD は広告宣伝費を、Info は情報処理・通信費を、R&D は研究開発費を意味する。各企業の比率の年別単純平均